

s e3

S10 1 PN="6-230287"
?t 10/5/1

10/5/1

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2001 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

04558387 **Image available**

REFLECTION AND REFRACTION OPTICAL SYSTEM

PUB. NO.: 06-230287 [JP 6230287 A]

PUBLISHED: August 19, 1994 (19940819)

INVENTOR(s): ISHIYAMA TOSHIRO

SUENAGA YUTAKA

APPLICANT(s): NIKON CORP [000411] (A Japanese Company or Corporation), JP
(Japan)

APPL. NO.: 05-016275 [JP 9316275]

FILED: February 03, 1993 (19930203)

INTL CLASS: [5] G02B-017/08

JAPIO CLASS: 29.2 (PRECISION INSTRUMENTS -- Optical Equipment)

JOURNAL: Section: P, Section No. 1829, Vol. 18, No. 612, Pg. 28,
November 21, 1994 (19941121)

ABSTRACT

PURPOSE: To provide a reflection and refraction optical system whose degree of freedom in an optical design is high and where an aperture stop is arranged even at a position where plural optical paths are superposed.

CONSTITUTION: As for the reflection and refraction optical system possessing a first part optical system K(sub 1) having positive refracting power and forming the first-order image I(sub 1) of an object O, and a second part optical system K(sub 2) possessing the positive refracting power and forming a second order image I(sub 2) by light from the first order image; one aperture stop S1 is at least provided in the optical path of the first part optical system and also one aperture stop S(sub 2) is at least provided in the optical path of the second part optical system.

(10)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-230287

(43)公開日 平成6年(1994)8月19日

(51)Int.Cl.⁵

G 0 2 B 17/08

識別記号

庁内整理番号

A 9120-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平5-16275

(22)出願日 平成5年(1993)2月3日

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72)発明者 石山 敏朗

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(72)発明者 末永 豊

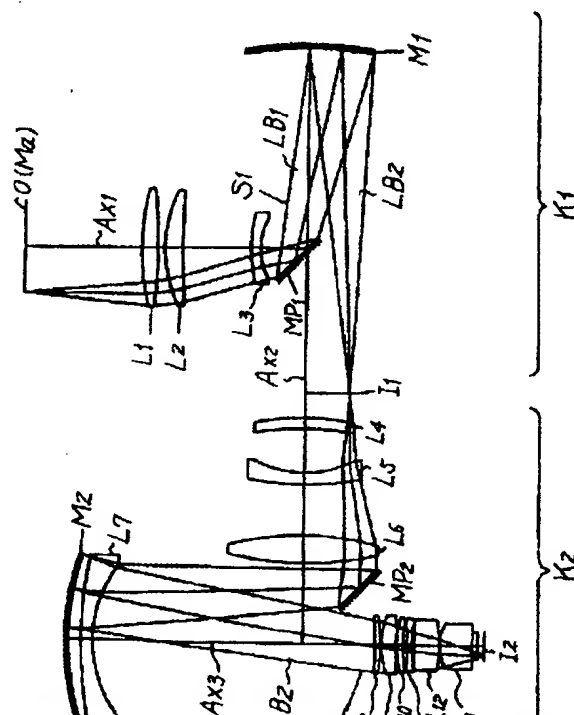
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(54)【発明の名称】 反射屈折光学系

(57)【要約】

【目的】 光学設計上の自由度が高く、複数の光路が重なる位置でも開口絞りを配置できる反射屈折光学系を提供すること。

【構成】 正の屈折力を持ち物体Oの1次像I₁を形成する第1部分光学系K₁と、正の屈折力を持ち1次像からの光により2次像I₂を形成する第2部分光学系K₂とを有する反射屈折光学系において、第1部分光学系の光路内に少なくとも1つの開口絞りS₁を設けると共に、第2部分光学系の光路内に少なくとも1つの開口絞りS₂を設ける。



【特許請求の範囲】

【請求項1】物体側から順に、正の屈折力を持ち前記物体の1次像を形成する第1部分光学系と、正の屈折力を持ち前記1次像からの光により2次像を形成する第2部分光学系とを有する反射屈折光学系において、前記第1部分光学系の光路内に少なくとも1つの開口絞りを設けると共に、前記第2部分光学系の光路内に少なくとも1つの開口絞りを設けることを特徴とする反射屈折光学系。

【請求項2】前記反射屈折光学系は、前記物体の円弧形状の領域の2次像を形成することを形成することを特徴とする請求項1記載の反射屈折光学系。

【請求項3】前記開口絞りは、部分円形状の開口部を有することを特徴とする請求項1記載の反射屈折光学系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、マスク上の回路パターンを感光基板上に投影転写するために好適な反射屈折光学系に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、LSI等の集積回路を製造する際にウェハ上のフォトリソにマスクパターンを投影露光するために好適な光学系が例えば特開昭61-203419号公報に開示されている。この特開昭61-203419号公報のものは、図7に示す如く、反射面 $M_1 \sim M_3$ を有し物体Oの1次像 I_1 を形成する第1の部分光学系 K_1 と、反射面 M_4 を有し、1次像 I_1 からの光により縮小像（2次像） I_2 を形成する第2の部分光学系 K_2 とを有するように構成される。

【0003】そして、このような反射屈折光学系においても、光学系の開口数の設定及び入射瞳及び射出瞳位置の設定のために、光学系内の光路を通過する光束の周縁部を制限する開口絞りを設ける必要がある。ここで、図7に示す反射屈折光学系においては、反射面 M_2, M_4 の位置が開口絞りとなる、即ち、主光線が反射面 M_2, M_4 にて光軸Axと交わるように構成されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、反射面 M_2, M_4 の位置に開口絞りを設けることは、反射屈折光学系の光学設計の自由度を著しく損なう問題点があった。例えば、テレセントリック性を維持するにあたっては、入射瞳位置と射出瞳位置とを無限遠に設定するように屈折力配置を定めるが、上述の如く開口絞り位置があらかじめ定められていると、屈折力配置が一義的に定まり、良好な結像性能となる光学設計を行うことができない恐れがある。

【0005】また、反射面以外の位置に開口絞りを設けることも考えられるが、反射屈折光学系においては、反射面によって光路が折り返されているため、開口絞り位

開口絞りにて光束の全ての周縁部を制限すると、他の光束（反射面にて折り返された光束）を遮光してしまう問題点がある。

【0006】そこで、本発明は、光学設計上の自由度の高い反射屈折光学系を提供することを第1の目的とする。また、本発明は、複数の光路が重なる位置に開口絞りを配置できる反射屈折光学系を提供することを第2の目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上述の目的を達成するために、本発明による反射屈折光学系は、以下の構成を有する。例えば図1に示すごとく、物体側から順に、正の屈折力を持ち物体Oの1次像 I_1 を形成する第1部分光学系 K_1 と、正の屈折力を持ち1次像からの光により2次像 I_2 を形成する第2部分光学系 K_2 とを有する反射屈折光学系は、第1部分光学系の光路内に少なくとも1つの開口絞り S_1 を設けると共に、第2部分光学系の光路内に少なくとも1つの開口絞り S_2 を設けるように構成される。

【0008】

【作用】上述の如き構成により、反射屈折光学系の光路の物理的な配置の自由度がある箇所に開口絞りを配置して光束の一部を制限し、前記開口絞りとは異なる開口絞りを別の位置に配置して、前記開口絞りにて制限されなかった光束の残りを部分的に制限することにより、配置の制約なしに、反射屈折光学系全体として開口絞りの作用を達成することができる。これにより、反射屈折光学系の光学設計上の自由度が上がるばかりか、この反射屈折光学系を製作する上での空間的な余裕を持たせることができる。

【0009】また、互いに異なる開口径を有する開口絞りをそれぞれ交換可能に設けるか、開口径を変化させる構成にすれば、反射屈折光学系の開口数を変化させることができる。

【0010】

【実施例】以下、図面を参照して、本発明による実施例を説明する。図1は、本発明による反射屈折光学系を投影露光装置の投影光学系に適用した例の構成と光路とを示す図である。なお、図1において、物体面Oを照明するための照明光学系は図示省略している。そして、図2に示す如く、物体面OとしてのマスクMaには、所定の回路パターン領域PAが形成されており、このマスクMaと、図示なき照明光学系による円弧形状の照明領域LAとを走査方向に相対的に移動させて照明する。このとき、図1の2次像 I_2 には、円弧形状の2次像が形成され、この2次像が形成される位置に、走査方向に可動な感光基板を設ければ、走査露光、いわゆるステップ・アンド・スキャン方式の投影露光を実現することができる。

域LAは、反射屈折光学系の光軸(光軸 Ax_1)を中心とする所定の半径 r の円弧と、光軸 Ax_1 から所定の幅 a (スリット幅 a)だけずれた点 Ax_1' を中心とする半径 r の円弧と、間隔 b (スリット長 b)の直線とで囲まれる領域となる。なお、円弧状の照明領域としては、光軸 Ax_1 を中心とする同心円状の領域も考えられるが、スキャン露光する際の露光量が光軸 Ax_3 と軸外とで異なるため望ましくない。

【0012】図1に戻って、上述の如き照明領域にて照明されたマスク面(物体面O)からの光は、光軸 Ax_1 に沿って配置されたレンズ成分 $L_1 \sim L_3$ を介して、平面反射鏡 MP_1 にて略 45° 偏向され、光軸 Ax_1 と垂直な光軸 Ax_2 に沿って配置され凹面を光線の入射側に向けた第1凹面反射鏡 M_1 にて反射される。そして、第1凹面反射鏡 M_1 の反射側に、物体面Oの1次像 I_1 を形成する。ここで、レンズ成分 $L_1 \sim L_3$ と第1凹面反射鏡 M_1 とが第1部分光学系 K_1 を構成している。

【0013】そして、1次像 I_1 からの光は、光軸 Ax_2 に沿って配置されたレンズ成分 $L_4 \sim L_6$ を介して、平面反射鏡 MP_2 にて略 45° 偏向される。この平面反射鏡 MP_2 の反射側(光の射出側)には、光軸 Ax_2 と垂直な(光軸 Ax_1 と平行な)光軸 Ax_3 に沿って、レンズ成分 L_7 と第2凹面反射鏡 M_2 とが配置されており、平面反射鏡 MP_2 から射出した光は、レンズ成分 L_7 を介して第2凹面反射鏡 M_2 にて反射された後、再びレンズ成分 L_7 を介してレンズ成分 $L_8 \sim L_{14}$ へ向かう。このレンズ成分 $L_8 \sim L_{14}$ は、全体として正の屈折力を有しており、レンズ成分 L_7 からの光によって、1次像 I_1 の縮小像である2次像 I_2 を基板上に形成する。ここで、レンズ成分 $L_4 \sim L_6$ 、レンズ成分 L_7 、第2凹面反射鏡 M_2 及びレンズ成分 $L_8 \sim L_{14}$ が第2部分光学系 K_2 を構成している。

【0014】さて、円弧形状の照明領域にて照明された物体面Oからの光束 L_{B1} がレンズ成分 $L_1 \sim L_3$ 及び平面反射鏡 MP_1 を介して開口絞り S_1 に達すると、その光束断面は、図3(a)に示す如くほぼ円形状となる。ここで、開口絞り S_1 の位置にて光束を円形状となる如く遮光することが望ましいが、この位置においては、上述の如き光束 L_{B1} が通過する他に、第1凹面反射鏡 M_1 から1次像 I_1 へ向かう光束 L_{B2} が通過する。このため、円形開口部を持つ従来の開口絞りでは、光束 L_{B2} を遮ることなく、効果的に光束 L_{B1} を遮光することができない。

【0015】また、第2部分光学系 K_2 中の第7レンズ成分 L_7 から第8レンズ成分 L_8 へ向かう光束 L_{B3} が開口絞り S_2 の位置を通過する際に、その光束断面形状はほぼ円形状となる。ここで、開口絞り S_2 の位置に、円形状の開口部を持つ遮光枠を配置することも考えられるが、図3(b)に示す如く、この位置の近傍には平面反

円形状の開口部を持つ遮光枠を設けることはできない。

【0016】そこで、本実施例においては、反射屈折光学系の光路内の2ヶ所に、互いに異なる2つの開口絞り S_1, S_2 を配置するように構成している。具体的には、図4(a)の如きほぼ半円形状の開口部を有する開口絞り S_1 を第1部分光学系 K_1 の瞳面近傍に配置し、図4(b)の如きほぼ半円形状の開口部を有する開口絞り S_2 を第2部分光学系 K_2 の瞳面近傍に配置している。

【0017】即ち、図4(a)の如く、開口絞り S_1 によって、光束 L_{B1} の周縁部のうち、図中破線にて示す光束 L_{B2} と重ならない領域が遮光(制限)される。この一部制限された光束 L_{B1} が開口絞り S_2 の位置に達すると光束 L_{B3} となる。そして、図4(b)に破線にて示す如き光束 L_{B3} の制限されない領域は、開口絞り S_2 のほぼ半円形状の開口部によって遮光(制限)される。

【0018】なお、開口絞り S_1 により制限される領域と、開口絞り S_2 により制限される領域とは、多少重なることが望ましい。ここで、本実施例における開口絞り S_1, S_2 は、反射屈折光学系の物体高(光軸 Ax_1 からの距離)100mmにおける開口数が0.45となり、かつ両側テレセントリックが達成される如く設けられている。

【0019】このように、本実施例によると、第1部分光学系 K_1 に設けられた開口絞り S_1 と、第2部分光学系 K_2 に設けられた開口絞り S_2 とによって、反射屈折光学系を通過する光束を有効に制限しているため、これらの開口絞り S_1, S_2 の配置に何ら制約はない。また、テレセントリック性を維持するための開口絞り位置に開口絞りを配置することが物理的に困難である場合でも、本実施例による反射屈折光学系においては、開口絞り位置の自由度が多いので、良好にテレセントリック性が維持できる光学設計ができる。

【0020】次に、図5を参照して、本発明による第2実施例を説明する。図5は、本実施例の構成及び光路を示す図である。そして、本実施例は、本発明を適用するために、米国特許4,747,678号公報の第2実施例に開示された反射屈折光学系の光路の取り回しを変更したものである。この図5において、物体面Oからの光束は、光軸 Ax_1 に沿って配置されたレンズ成分 L_1, L_2 を介して、光軸 Ax_1 に対して 45° で斜設された平面反射鏡 MP_1 にて偏向され、光軸 Ax_1 と垂直な光軸 Ax_2 に曲率中心を持ち光の入射側に凹面を向けた凹面反射鏡 M_1 にて反射される。この凹面反射鏡 M_1 の反射側には、レンズ成分 L_3 と、入射側に凸面を向けた凸面反射鏡 M_2 とが配置されており、凹面反射鏡 M_1 からの光束は、レンズ成分 L_3 を介して凸面反射鏡 M_2 にて反射され、再びレンズ成分 L_3 を介して、光軸 Ax_2 に沿って配置され光の入射側に凹面を向けた凹面反射鏡 M_3 に向かう。ここで、凸面反射鏡 M_2 の近傍には、開口絞り S_1 が配置されており、凸面反射鏡 M_2 から凹面反射鏡 M_3 へ向かう

5

ている。そして、開口絞り S_1 を通過する光束 $L B_1$ は、凹面反射鏡 M_3 にて反射され、再び開口絞り S_1 近傍を通過する光束 $L B_2$ となる。従って、開口絞り S_1 近傍には、開口絞り S_1 の位置の光束断面を示す図6の如く、ほぼ円形状の光束断面の光束 $L B_1$ と、円弧形状の光束 $L B_2$ とが位置する。ここで、開口絞り S_1 は、円周のほぼ $2/3$ にわたる部分円形状の開口部を有しており、光束 $L B_2$ を遮光することなく光束 $L B_1$ の最周縁部を部分的に制限している。

【0021】図5に戻って、上記開口絞り S_1 の近傍を通過した光束 $L B_2$ は、光軸 Ax_2 に沿って配置されたレンズ成分 L_4, L_5 から射出して、同じく光軸 Ax_2 に沿って配置されたレンズ成分 L_6 の近傍に物体の1次像 I_1 を形成する。ここで、レンズ成分 L_1, L_2 、凹面反射鏡 M_1 、レンズ成分 L_3 、凸面反射鏡 M_2 、凹面反射鏡 M_3 及びレンズ成分 L_4, L_5 が第1部分光学系 K_1 を構成する。

【0022】そして、上記1次像 I_1 からの光束は、レンズ成分 $L_6 \sim L_8$ を介して、光軸 Ax_2 に対して 45° で斜設された平面反射鏡 MP_2 にて偏向され、この光軸 Ax_2 に垂直な光軸 Ax_3 に沿って配置された凹面反射鏡 M_4 へ向かう如き光束 $L B_3$ となる。そして、光束 $L B_3$ は、凹面反射鏡 M_4 にて反射されて光束 $L B_4$ となる。ここで、光束 $L B_4$ の進行方向（凹面反射鏡 M_4 の反射側）には、開口絞り S_2 が配置されており、凹面反射鏡 M_4 からレンズ成分 L_9 へ向かう光束 $L B_4$ の開口絞り S_2 側の周縁部を制限している。ここで、図6の如く、開口絞り S_2 の近傍を通過する光束 $L B_3$ は、光束 $L B_4$ の周囲を覆うような円弧形状の光束断面を有している。従って、開口絞り S_2 は、光束 $L B_3$ を遮光することなく光束 $L B_4$ を制限するために、円周のほぼ $1/3$ にわたる部分円形状の開口部を有する如く構成されている。これにより、光束 $L B_4$ の最周縁部の略 $1/3$ に渡る領域、すなわち開口絞り S_1 にて制限されなかった領域を制限している。

【0023】そして、図5に戻って、開口絞り S_2 を介した光束は、光軸 Ax_3 に沿って配置されたレンズ成分 $L_9 \sim L_{11}$ を介して、その射出側に物体の1次像 I_1 の縮小像である2次像 I_2 を形成する。ここで、レンズ成分 $L_6 \sim L_8$ 、凹面反射鏡 M_4 及びレンズ成分 $L_9 \sim L_{11}$ が第2部分光学系 K_2 を形成する。このように、反射屈折光学系から射出する光束は、開口絞り S_1 と開口絞り S_2 とによる結果として、全ての周縁部が制限されている。従って、反射屈折光学系においては、所望の開口数を得ること及び両側テレセントリックを維持することが達成できる。なお、本実施例における開口数は、物体高79mmにおいて、0.35である。

【0024】このように、本発明による反射屈折光学系は、どのような光路の取り回しであっても開口絞りを配

6

通過する光束を制限することで、所望の開口数を得ると同時に、テレセントリック性の維持をも達成している。また、第1及び第2実施例において、開口絞り S_1, S_2 の開口部の径が可動となる如く構成すれば、反射屈折光学系の開口数を可変とすることができる。例えば、図4(a), (b)に示す如き開口絞り S_1, S_2 を図中矢印方向（光束断面に沿った方向）に可動となる如く設ける。そして、開口絞り S_1, S_2 の開口部を通過する光束の径が変化するように、それぞれの開口絞り S_1, S_2 を移動させれば、反射屈折光学系全体の開口数を変化させることができる。また、開口数を変化させるにあたって、互いに異なる開口径を持つ複数の開口絞りを交換可能に設けても良い。

【0025】なお、上述の各実施例において、開口絞り S_1, S_2 の開口部の形状は、部分円形状であれば良い。このとき、結果として光束の周縁部の全周が制限されていけば良いため、各実施例の如き半円状の開口部や $1/3$ と $2/3$ との部分円形状の開口部に限られることはない。また、本実施例においては、各部分光学系 K_1, K_2 内に2組の開口絞り S_1, S_2 を配置したが、2組以上の開口絞りを設けても良いことは言うまでもない。例えば、物体の1次像を作る部分光学系と、この1次像をリレーして2次像を作る部分光学系と、2次像をリレーして3次像を作る部分光学系とを有する反射屈折光学系においては、各部分光学系内に開口絞りを配置できる。このとき、各部分光学系内の開口絞りの開口部の形状は、部分円形状であれば良い。

【0026】

【発明の効果】上述の如き本発明によると、開口絞り位置の自由度が多くなるため、光学設計上の制約が非常に少ない反射屈折光学系を得ることができる。さらに、複数の光路が重なる位置でも光路を遮ることなく開口絞りを配置できる。これにより、所望の開口数を得ることができ、テレセントリック性の維持をも達成できる反射屈折光学系を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による第1実施例の構成及び光路を示す図。

【図2】物体面上の照明領域を示す平面図。

【図3】本発明による反射屈折光学系の開口絞りにおける光束断面を示す図。

【図4】開口絞りの形状を示す平面図。

【図5】本発明による第2実施例の構成と光路とを示す図。

【図6】第2実施例における光束断面と開口絞りとを示す平面図。

【図7】従来の反射屈折光学系を示す図。

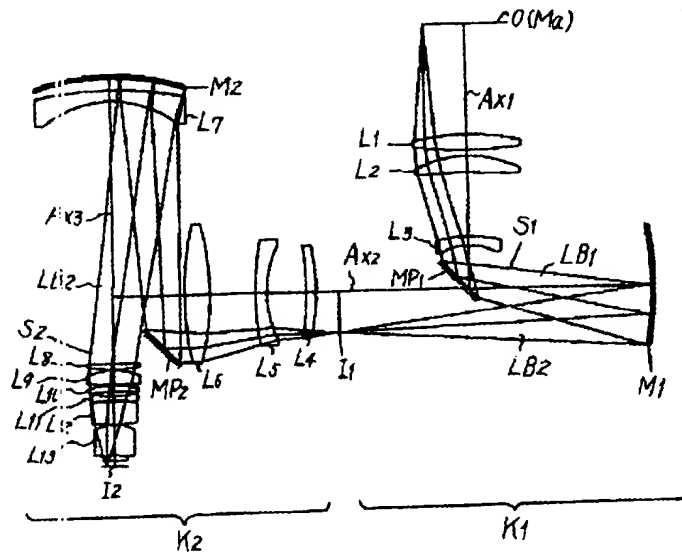
【符号の説明】

K_1 …… 第1部分光学系、

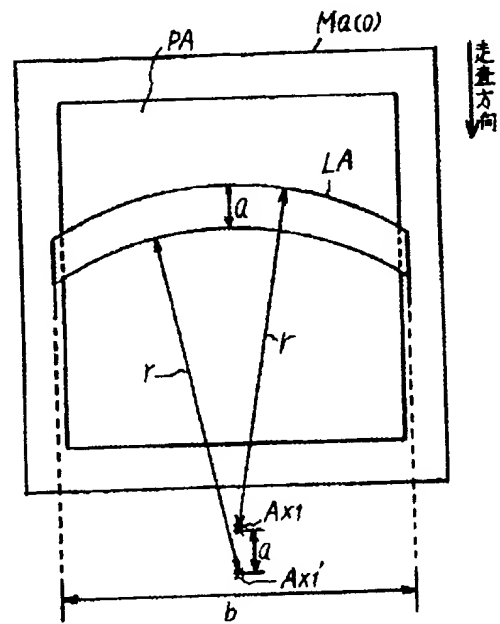
○ … 物体面、
I₁ … 物体の1次像、

I₂ … 物体の2次像、

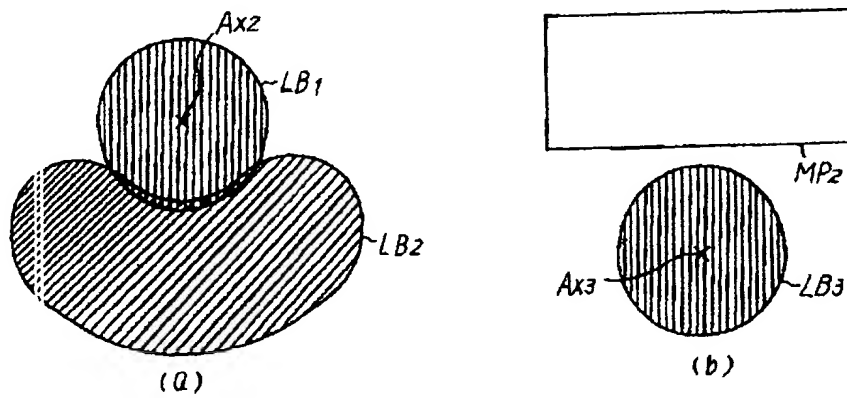
【図1】



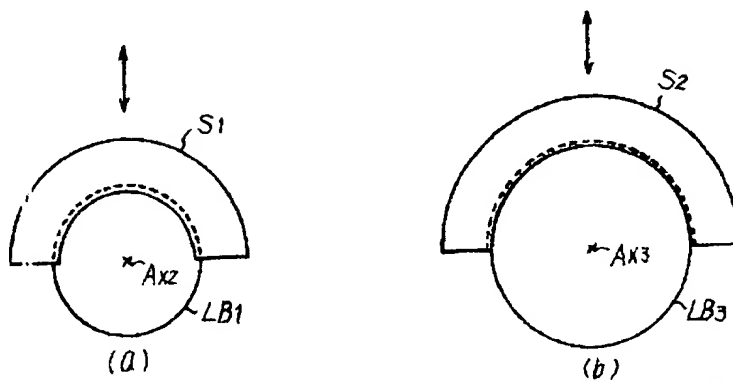
【図2】



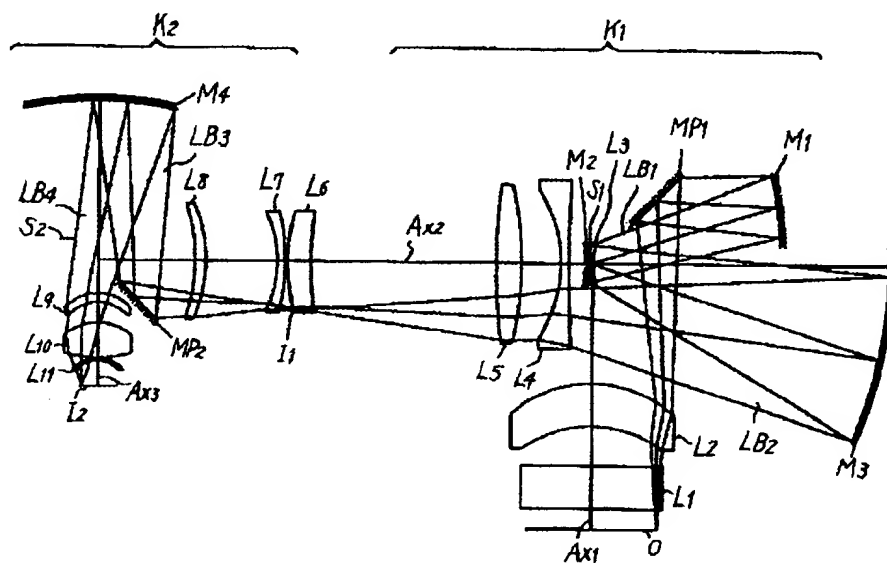
【図3】



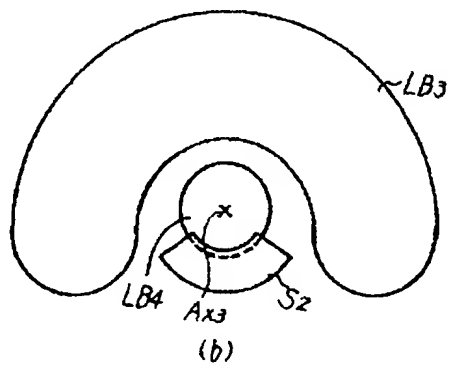
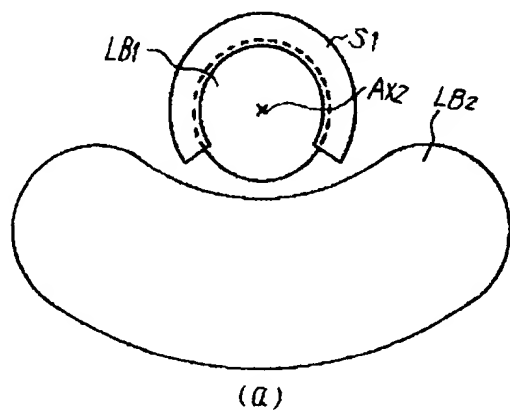
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

